

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ»
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ
И СОЦИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ

Кафедра нормальной физиологии

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ОБЗОР ФУНКЦИЙ

Учебно-методические разработки
для иностранных студентов

Иваново 2006

Составители: А.Н.Булыгин

И.Г.Колодина

С.Б.Назаров

Научный редактор – заведующий кафедрой нормальной физиологии ГОУ ВПО ИвГМА Росздрава, доктор медицинских наук, профессор С.Б.Назаров.

Наш опыт составления и издания учебно-методических разработок для иностранных студентов показал их популярность и среди отечественных студентов. Однако, как и прежде, мы хотим предупредить читателя, что эти *«разработки» лишь помогают разобраться в учебном материале, изложенном в учебниках и лекционном материале, а не заменяют их!!!* Это в еще большей степени относится к настоящему выпуску.

Физиология ЦНС – один из разделов физиологии, который интенсивно изучается в настоящее время. В нем накопилось много новых интересных, порой противоречивых сведений, которые, на наш взгляд, не следует преждевременно «обрушивать» на головы студентов. В данном выпуске, как и в предыдущих, мы предлагаем наиболее устоявшуюся информацию о работе мозга. Часто мы специально прибегаем к популяризации некоторых сложных вопросов, так как считаем, что серьезный студент не должен ограничивать свои знания подобными «разработками» и обязан кропотливо изучать специальную учебную и научную литературу по данной проблеме, да и по другим вопросам физиологии.

В данных «разработках» мы построили последовательность вопросов и ответов таким образом, чтобы студент, ознакомившись с ними и прослушав соответствующие лекции, легче усвоил достаточно сложный материал учебника, то есть освоил учебный материал в соответствии с программой по курсу нормальной физиологии для студентов высших медицинских учебных заведений (Москва, 1996).

Обращаем внимание читателя, что в ряде случаев, мы даем в тексте ссылки (в круглых скобках) на ту литературу, которую требуется дополнительно прочитать, осваивая учебный материал данной темы. Это необходимо, чтобы избежать повторения, а иногда и для того, чтобы логично связать излагаемый учебный материал с материалом наших предыдущих изданий или с отдельными главами учебников.

Физиология центральной нервной системы (ЦНС)

Функции различных отделов ЦНС

1. Что называется центральной нервной системой?

Это часть нервной системы, включающая головной и спинной мозг. Кроме *центральной*, выделяют *периферическую* нервную систему, то есть афферентные и эфферентные нервные волокна, а также нервные ганглии (спинальные, вегетативные).

2. Какова роль центральной нервной системы в организме человека?

Центральная нервная система (ЦНС) выполняет в организме *интегративную функцию*, то есть, объединяет различные ткани, органы и физиологические системы для обеспечения нормальной работы организма, как в условиях покоя, так и при воздействии на него различных раздражителей. Таким образом, ЦНС обеспечивает как *гомеостатическую*, так и *адаптивную регуляцию физиологических процессов*. Интегративная деятельность ЦНС может быть условно разделена на высшую и низшую:

- *высшая нервная деятельность (ВНД)* – это деятельность коры больших полушарий и ближайших подкорковых структур, которая направлена на обеспечение взаимосвязи организма с внешней средой;

- *низшая нервная деятельность* – это деятельность ЦНС, направленная на регуляцию нормальной жизнедеятельности тканей, органов и систем и интеграцию их в единый организм. Эта деятельность обеспечивается работой вегетативной нервной системы и преимущественно «нижних этажей» соматического отдела ЦНС.

Интегративная деятельность центральной нервной системы реализуется через следующие ее функции: *рефлекторную, проводниковую, эндокринную и трофическую*.

3. В чем заключается рефлекторная функция ЦНС?

Рефлекторная функция ЦНС обеспечивает постоянный контроль над работой различных органов и тканей. В основе ее лежит *рефлекс* – *ответная реакция целостного организма на действие раздражителя, осуществляющаяся посредством нервной системы*. Благодаря рефлекторной деятельности, ЦНС решает следующие задачи:

- сбор информации из внешней или внутренней среды с помощью различных рецепторов;
- обработка этой информации (при этом осуществляется *анализ и синтез* полученной информации);
- формирование и реализация ответной реакции на действие раздражителя;
- получение и обработка *обратной информации* о результатах ответной реакции (результатов действия).

4. В чем заключается проводниковая функция ЦНС?

Проводниковая функция обеспечивается *сенсорными* и *вставочными* нейронами, аксоны которых составляют белое вещество спинного (передние, боковые и задние столбы) и головного мозга. Различают *восходящие пути* (в спинном мозге это задние и частично боковые столбы), обеспечивающие передачу информации с периферии к различным центрам головного мозга и *нисходящие пути* (в спинном мозге это передние и частично боковые столбы), обеспечивающие передачу возбуждения от структур головного мозга к моторным и вставочным нейронам спинного мозга.

5. В чем заключается эндокринная функция ЦНС?

В некоторых отделах ЦНС имеются нейроны, которые наряду с импульсной активностью, обладают способностью выделять гормоны и гормоноподобные вещества, оказывающие местное влияние или воздействие на весь организм. Наиболее изученным в этом отношении является гипоталамус, который, благодаря эндокринным факторам, формирует вместе с гипофизом гипоталамо-гипофизарную систему (см. «Физиология желез внутренней секреции»). Подобная активность нейронов отмечена и в других отделах головного мозга, а также в спинном мозгу.

6. В чем заключается трофическая функция ЦНС?

Известно, что нейроны продуцируют и выделяют три группы веществ:

- нейромедиаторы;
- нейромодуляторы;
- нейротрофины.

Нейротрофины – это вещества, которыми обмениваются нейроны, поддерживая определенный уровень обмена веществ и формируя генерализованную трофическую систему (см. «Физиология нейрона»).

Нейроны оказывают трофическое влияние не только друг на друга, но и на ткани, которые они иннервируют. Особенно хорошо выражено это влияние у симпатического отдела вегетативной нервной системы (см. методические разработки «Физиология вегетативной нервной системы»).

Наибольшее практическое значение для клинициста имеет исследование рефлекторной и проводниковой функции ЦНС. В курсе нормальной физиологии для понимания функциональной роли различных отделов мозга более важен анализ рефлекторных функций

Роль различных отделов ЦНС в деятельности целостного организма мы будем рассматривать, анализируя классические эксперименты, поставленные на животных (кошки, собаки, обезьяны) и, в случае необходимости, сопоставлять их результаты с клиническими наблюдениями над больными. Этот анализ работы ЦНС мы начнем со спинного мозга. Рассмотрев его функции, постепенно будем добавлять к нему последующие вышележащие отделы головного мозга, каждый раз анализируя: «что нового привносит в деятельность мозга каждый последующий отдел ЦНС?».

7. На каком объекте удобнее всего изучать функции спинного мозга в эксперименте?

В эксперименте функции спинного мозга изучают на *спинальном животном*, то есть животном, у которого спинной мозг не связан с головным. Для этого производят поперечную перерезку между головным и спинным мозгом (рис.1, П). Но в этом случае невозможно длительное наблюдение над животным, так как оно сразу погибает от остановки дыхания (дыхательный центр расположен в продолговатом мозгу, а мотонейроны дыхательных мышц в спинном мозгу). Поэтому для относительно продолжительных экспериментальных наблюдений за спинальным животным производят поперечную перерезку спинного мозга на уровне IV-V шейных сегментов для того, чтобы сохранить самостоятельное дыхание у животного (при этом сохраняется связь между дыхательным центром продолговатого мозга и центрами диафрагмального нерва, которые находятся на уровне C_{III}-C_{IV}).

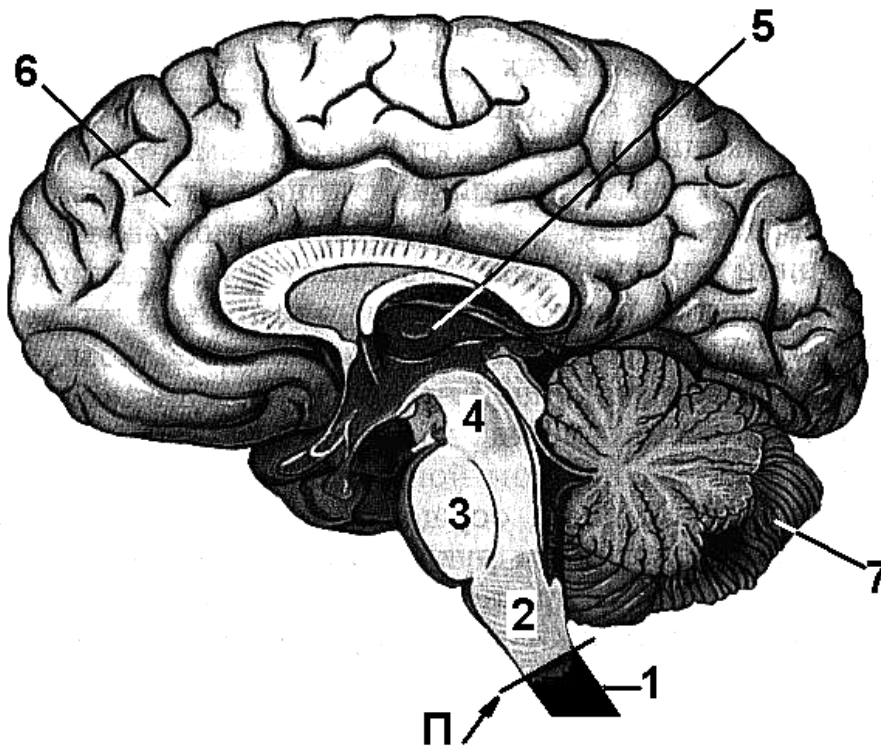


Рис. 1. Уровень перерезки у спинального животного

1 - спинной мозг; 2 - продолговатый мозг; 3 - мост; 4 - средний мозг; 5 - промежуточный мозг; 6 - конечный мозг; 7 - мозжечок; стрелкой показан уровень перерезки: П - перерезка между головным и спинным мозгом

8. Какова общая характеристика функционального состояния спинального животного?

Наиболее характерными особенностями функционального состояния спинального животного (кошки, собаки) являются:

- отсутствие самостоятельного дыхания (для наблюдения за последствиями перерезки необходимо проводить искусственное дыхание!);

- неспособность обеспечивать гомеостаз (в частности, поддержание постоянной температуры тела);
- низкое артериальное давление; в том случае, если оно восстанавливается до исходного уровня, то уже не может поддерживаться на стабильном уровне;
- резко сниженный тонус скелетных мышц (сгибателей и разгибателей);
- полное отсутствие антигравитационных механизмов (животное занимает горизонтальное положение).

Большинство описанных проявлений связано с развитием у спинального животного **спинального шока**, проявляющегося в полном прекращении рефлекторной деятельности спинного мозга (периферические рефлексы, аксон-рефлексы сохраняются!).

Продолжительность спинального шока существенно отличается у различных животных. Так, если у лягушки она составляет от десятков секунд до 1-2 минут, у обезьяны 3-4 недели, то у человека (в случае травматического повреждения спинного мозга) 1-1,5 месяца. После прекращения явлений спинального шока развивается **гиперрефлексия** (усиление степени выраженности рефлексов). Механизм развития спинального шока и последующей гиперрефлексии мы рассмотрим при ответе на вопрос 25.

9. Какова характеристика рефлекторной деятельности спинального животного?

У спинального животного имеются следующие виды рефлексов:

- **соматические** – их афферентное и эфферентное звенья представлены соматическим отделом нервной системы;
- **вегетативные** – их афферентное звено может быть представлено как вегетативным, так и соматическим отделами нервной системы, а эфферентное звено – исключительно симпатическими или парасимпатическими волокнами вегетативной нервной системы;
- **смешанные** – их афферентное звено представлено вегетативным отделом, а эфферентное звено соматическим отделом нервной системы.

10. Приведите примеры соматических рефлексов

К соматическим рефлексам относятся:

- **защитные** (например, отдергивание руки при воздействии фактора, вызывающего боль);
- **сухожильные** (например, ахиллов или коленный рефлекс);
- **рефлексы растяжения мышцы** (по сути дела это те же самые рефлексы, что и сухожильные, но вызываются они не ударом по сухожилию, а искусственным быстрым растяжением мышцы);
- **запрограммированные цепные (циклические) двигательные акты** (например, ходьба, бег, чесание и др.), которые могут вызываться у спинального животного как рефлекторно, так и при непосредственном раздражении спинного мозга.

Все вышеперечисленные рефлексы врожденные и носят сегментарный (например, коленный рефлекс) или межсегментарный характер (движение верхних и нижних конечностей при акте ходьбы).

11. Приведите примеры вегетативных рефлексов?

Среди множества вегетативных рефлексов, в качестве примера, можно привести:

- *опорожнение мочевого пузыря* при определенной степени его наполнения;
- *акт дефекации* при растяжении стенок прямой кишки;
- *усиление работы сердца* при воздействии на кожу раздражителя, вызывающего болевое ощущение и др.

12. Приведите примеры смешанных рефлексов?

Примером смешанного рефлекса может служить напряжение мышц передней брюшной стенки при воспалительных процессах в брюшной полости. Другим примером может быть изменение тонуса скелетных мышц (а значит, и позы тела) при изменении температуры внутренней среды организма. А именно, при переохлаждении организма повышается тонус скелетных мышц (особенно сгибателей), а при перегревании (например, при *лихорадке*) тонус мышц снижается.

13. Может ли на уровне спинного мозга осуществляться интегративная деятельность ЦНС?

Да, но степень этой интеграции еще очень слабо выражена и проявляется во взаимодействии анализаторов на вставочных нейронах спинного мозга. Примером подобного взаимодействия может быть опыт по взаимному торможению рефлексов, описанный в любом практикуме по нормальной физиологии. Другим примером могут служить «отраженные» боли, описанные еще в конце 19 столетия русским клиницистом Захарьиным. Механизм этих болей заключается в том, что на одни и те же вставочные нейроны спинного мозга (рис.2) одновременно конверги-

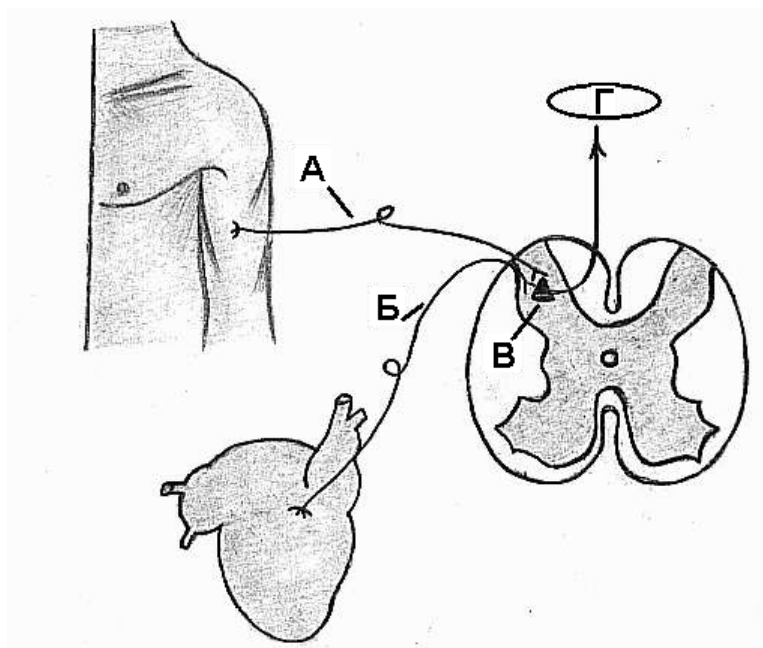


Рис. 2. Механизм «отраженных» болей

А - путь афферентной информации от поверхности тела; Б - путь афферентной информации от сердца; В - вставочный нейрон, интегрирующий информацию от поверхности тела и от сердца; Г - соматосенсорная кора больших полушарий

рует информация с различных рефлексогенных полей (например, с рецепторов кожи и с рецепторов внутренних органов). В норме информация с внутренних органов для этих нейронов является допороговой, а пороговым раздражителем являются импульсы, приходящие с рецепторов строго определенного участка поверхности тела. При патологии внутренних органов импульсация с висцерорецепторов в ЦНС усиливается, вставочные нейроны возбуждаются (происходит суммация!). Последующие нейроны ствола мозга и коры больших полушарий «привыкли» воспринимать информацию со вставочных нейронов спинного мозга, как информацию с поверхности тела. Поэтому при патологии внутренних органов возникает ложное ощущение боли, покалывания, онемения, парестезии (нарушение чувствительности) в строго определенном участке тела. Например, при спазме коронарных сосудов и ишемии миокарда боли чаще локализуются в левом предплечье и за грудиной, при заболевании печени – в области правого надплечья и др.

Таково краткое описание функций спинного мозга. Теперь следует рассмотреть функции следующего отдела ЦНС, то есть функции **продолговатого мозга**. Здесь мы должны оговориться, что функции продолговатого мозга и моста мы будем рассматривать отдельно от функций среднего мозга и мозжечка. Эту часть ствола мозга (*продолговатый мозг и варолиев мост*) в дальнейшем будем называть **задний мозг**. Это название принято в ряде учебников по нормальной физиологии, хотя анатомы относят к заднему мозгу только варолиев мост и мозжечок. С этими оговорками мы приступаем к анализу функций **заднего мозга**.

14. На каком объекте удобнее всего изучать функции заднего мозга?

Функции заднего мозга удобнее всего рассматривать на **бульбарном животном**, то есть животном, у которого произведена поперечная перерезка ствола мозга между задним и средним мозгом, а точнее между мостом и средним мозгом (рис. 3).

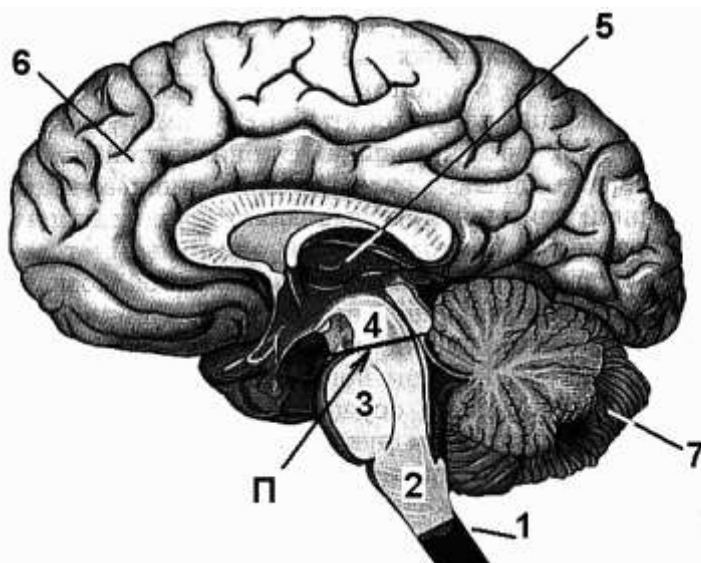


Рис. 3. Уровень перерезки у бульбарного животного

1 - спинной мозг; 2 - продолговатый мозг; 3 - мост; 4 - средний мозг; 5 - промежуточный мозг; 6 - конечный мозг; 7 - мозжечок; стрелкой показан уровень перерезки: П - перерезка между задним и средним мозгом

15. Какова общая характеристика функционального состояния бульбарного животного?

Наиболее характерными особенностями функционального состояния бульбарного животного являются:

- наличие самостоятельного дыхания;
- относительно стабильное артериальное давление;
- неспособность обеспечивать гомеостаз (в частности, поддержание постоянной температуры тела);
- резко повышенный тонус мышц разгибателей (*децеребрационная ригидность*);
- наличие статических позных рефлексов;
- неспособность поддерживать состояние равновесия.

16. Какова характеристика рефлекторной деятельности бульбарного животного?

У бульбарного животного, также как и у спинального, есть комплекс соматических, вегетативных и смешанных рефлексов. Однако у бульбарного животного они носят более сложный, системный характер. Можно отчетливо выделить рефлекс, относящиеся к таким физиологическим системам, как:

- *дыхательная* (кашлевой, чихательный и др.);
- *сердечно-сосудистая* (рефлекс Гольца, Даньини-Ашнера и др.);
- *пищеварительная* (слюноотделительный, глотательный и др.);
- *выделительная* (потоотделительные реакции);
- *двигательная* (статические позные рефлекс).

Кроме того, у бульбарного животного можно выделить группу *защитных рефлексов*, относящихся к разным физиологическим системам:

- роговичный;
- кашлевой;
- чихательный;
- рвотный.

Наличие системных (в частности, защитных рефлекс) указывает на более высокую степень интегративной деятельности заднего мозга по сравнению со спинным мозгом. Особенно отчетливо это проявляется в *межсистемном взаимодействии*. Примером подобных рефлекторных реакций может быть дыхательная аритмия (урежение частоты дыхания на вдохе и учащение на выдохе), замедление работы сердца при раздражении органов брюшной полости или при надавливании на глазные яблоки и др.

17. Почему продолговатый мозг называют «жизненно важным центром»?

В продолговатом мозгу находятся:

- *дыхательный центр*;
- *сосудодвигательный центр*, от которого зависит уровень артериального давления в сосудистой системе;
- *центр сосания* (особенно важен на ранних этапах онтогенеза);

- *центр глотания;*
- *центры, контролирующие отделение желудочного и поджелудочного сока;*
- *рвотный центр.*

Таким образом, в продолговатом мозгу находятся все те центры, от которых зависит существование человека, как биологического существа. Поэтому продолговатый мозг и называют «жизненно важным центром». Это понятие пришло из клиники. При повреждении любого другого отдела мозга происходят достаточно серьезные нарушения в работе целостного организма. В частности, при грубом повреждении коры человек может потерять речь, память, способность к мышлению, сознание, то есть, как социальное существо он погибает. Но биологическая жизнь человека продолжается пока работает сердце, осуществляется процесс дыхания. Вместе с тем, утрата дыхательной функции – это смерть. Нарушение работы сосудодвигательного центра приводит к резкому снижению АД, часто не совместимому с жизнью. Нарушение работы центров сосания и глотания у новорожденного делают его нежизнеспособным и требуют срочного вмешательства врачей и т.д.

Таково краткое описание функций заднего мозга. Следует отметить, что здесь мы не касались вопросов участия заднего мозга в обеспечении функции движения, так как эти вопросы достаточно подробно изложены в методических разработках «Физиология движения». Не касаемся мы здесь и роли ретикулярной формации ствола мозга. Подробнее о ней см. вопрос 22.

18. На каком животном удобнее всего рассматривать функции среднего мозга?

Функции среднего мозга удобнее всего рассматривать на *мезенцефальном* животном, то есть животном, у которого проведена поперечная перерезка мозга между средним и промежуточным его отделами (рис.4).

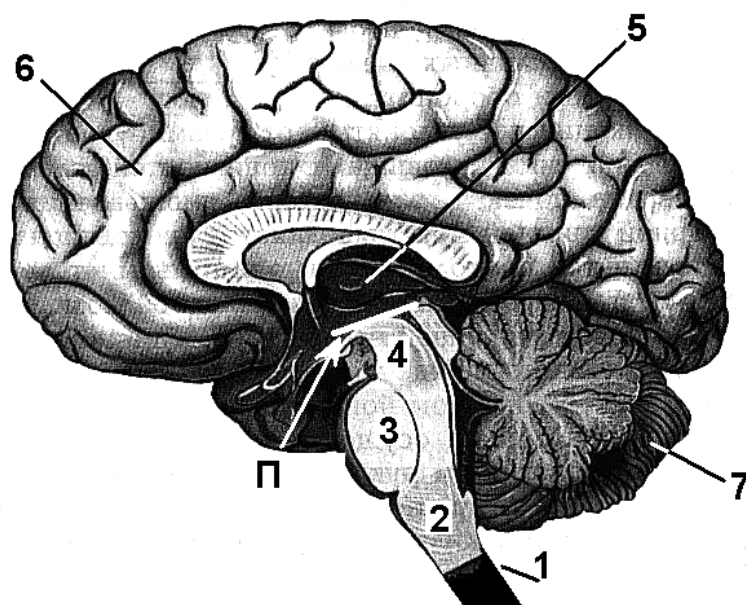


Рис. 4. Уровень перерезки у мезенцефального животного

1 - спинной мозг; 2 - продолговатый мозг; 3 - мост; 4 - средний мозг; 5 - промежуточный мозг; 6 - конечный мозг; 7 - мозжечок; стрелкой показан уровень перерезки: П - перерезка между промежуточным и средним мозгом (показана белым цветом)

19. Какова общая характеристика функционального состояния мезенцефального животного?

Наиболее характерными особенностями функционального состояния мезенцефального животного являются:

- наличие самостоятельного дыхания;
- относительно стабильное артериальное давление;
- неспособность обеспечивать гомеостаз (в частности, поддержание постоянной температуры тела);
- равномерный тонус мышц сгибателей и разгибателей;
- способность поддерживать состояние равновесия;
- наличие статических и статокинетических рефлексов;
- наличие ориентировочных и сторожевых рефлексов.

20. Какова характеристика рефлекторной деятельности мезенцефального животного?

Рефлексы среднего мозга, также как и рефлексы предыдущих отделов мозга, можно отнести к соматическим, вегетативным и смешанным. Однако они носят еще более сложный характер и имеют еще более выраженную интеграцию. Примером тому могут служить *ориентировочные* и *сторожевые* рефлексы, реализуемые благодаря первичным зрительным и слуховым центрам, расположенным в верхних (передних) и нижних (задних) буграх четверохолмия.

Ориентировочные рефлексы (зрительные и слуховые) заключаются в том, что животное или человек способны непроизвольно следить (изменять направление взгляда, положение ушной раковины или поворачивать голову) за перемещением в пространстве тех или иных предметов, поднесенных близко к глазам обследуемого. Животное или человек при наличии среднего мозга поворачиваются в сторону источника звука.

Сторожевые рефлексы проявляются в реакции оцепенения, наблюдающейся при резком появлении светового или звукового раздражителя (животное или человек вздрагивает и «застывает» на месте). При этом отмечается повышенный тонус мышц сгибателей, обеспечивающий, с одной стороны, возможность скрыться от опасности (движущиеся объекты воспринимаются в первую очередь!), а с другой стороны, подготовиться к активной защите или нападению.

Для ориентировочных и сторожевых рефлексов характерно подключение в ответную реакцию различных внутренних органов (изменяется частота сердечных сокращений, тонус сосудов, выделительные процессы и др.), что говорит об участии в реализации этих рефлексов вегетативной нервной системы.

Таким образом, на уровне среднего мозга имеет место выраженная интеграция в работе соматического и вегетативного отделов нервной системы. *Однако полноценной интеграции в работе этих отделов, необходимой для реализации самых различных поведенческих реакций, здесь еще не происходит.*

21. Какие структурные образования среднего мозга имеют наиболее важное функциональное значение?

Среди образований среднего мозга наибольшее значение для деятельности целостного организма имеют:

- передние и задние бугры четверохолмия (см. вопрос 20);
- красное ядро (см. методические разработки «Физиология движения»);
- черная субстанция принимает участие в регуляции мышечного тонуса (см. методические разработки «Физиология движения»); кроме того, образуя связи с лимбической системой мозга, она имеет большое значение в организации эмоционального поведения;
- центр глазодвигательного нерва (III пара черепно-мозговых нервов), парасимпатические нейроны которого иннервируют мышцы, *суживающую зрачок* и вызывающие *сокращение ресничной мышцы* (поэтому *при аккомодации глаза зрачок суживается, а хрусталик становится более выпуклым*);
- центр блокового нерва (IV пара черепно-мозговых нервов), который вместе с соматическими волокнами глазодвигательного нерва и нейронами отводящего нерва (VI пара черепно-мозговых нервов) иннервирует мышцы глазного яблока и, таким образом, участвуют в реализации установочных реакций глазного яблока (нистагм), возникающих при раздражении вестибулярного аппарата;
- голубое пятно (см. вопрос 22);
- ретикулярная формация (см. вопрос 23).

22. Что собой представляет голубое пятно и каково его функциональное значение?

Голубое пятно – это группа норадренергических нейронов, расположенных в каудальном отделе среднего мозга. Функции этих нейронов еще недостаточно изучены, но известно, что они:

- оказывают тормозное влияние практически на все нейроны коры больших полушарий и других отделов головного мозга, а также на альфа-мотонейроны спинного мозга. В связи с этим считается, что голубое пятно является важным антистрессорным центром в организме человека, предохраняя нейроны ЦНС от перевозбуждения;
- не имеют гематоэнцефалического барьера и поэтому могут отслеживать состояние внутренней среды организма и передавать полученную информацию на нейроны гипоталамуса, лимбической системы, ретикулярной формации и др. Таким образом, голубое пятно участвует *в поддержании гомеостаза наряду с нейронами гипоталамуса* (см. вопрос 34);
- наряду с ретикулярной формацией и ядром срединного шва контролируют цикл «сон-бодрствование». С активностью нейронов голубого пятна связывают фазу быстрого сна (парадоксальная фаза) (подробнее см. в учебнике раздел «Высшая нервная деятельность»).

23. Что называется ретикулярной формацией ствола мозга?

Под *ретикулярной формацией* (РФ) понимают образование ствола мозга, состоящее из множества полимодальных нейронов, отростки которых формируют

хорошо выраженную сеточку связанных друг с другом нейронов (отсюда название – *сетчатая формация*). На нейроны РФ конвергирует информация из следующих основных источников:

- с рецепторов различных анализаторов;
- из коры больших полушарий (особенно из сенсорных зон);
- из ядер мозжечка.

Нейроны ретикулярной формации имеют постоянную тоническую активность в покое (5-10 импульсов в секунду) и обладают избирательной чувствительностью к различным химическим веществам. Некоторые нейроны РФ образуют четко выраженные скопления (ядра), имеющие многочисленные связи, как с нейронами головного, так и спинного мозга.

24. Каковы функции ретикулярной формации?

Г.Мэгуи и Дж.Морuzzi в сороковые годы прошлого столетия выяснили, что полимодальные нейроны ретикулярной формации поддерживают свою тоническую активность за счет импульсов, поступающих от рецепторов различных анализаторов. В свою очередь, нейроны РФ, как они считали, оказывают восходящее влияние на структуры головного мозга (в том числе и кору больших полушарий), *неспецифически* поддерживая их возбудимость. Выяснилось также, что подобное влияние нейроны РФ оказывают и на спинной мозг (рис. 5). В связи с этим ретикулярную формацию стали называть *неспецифической активирующей системой мозга*.

При более детальном изучении функций РФ было обнаружено не только активирующее, но и ее тормозное влияние на структуры головного и спинного мозга. Поэтому правильнее ретикулярную формацию называть *неспецифической модулирующей системой мозга*, то есть системой, которая может оказывать на одни и те же структуры мозга разное воздействие в зависимости от функционального состояния организма, а значит, и самой ЦНС.

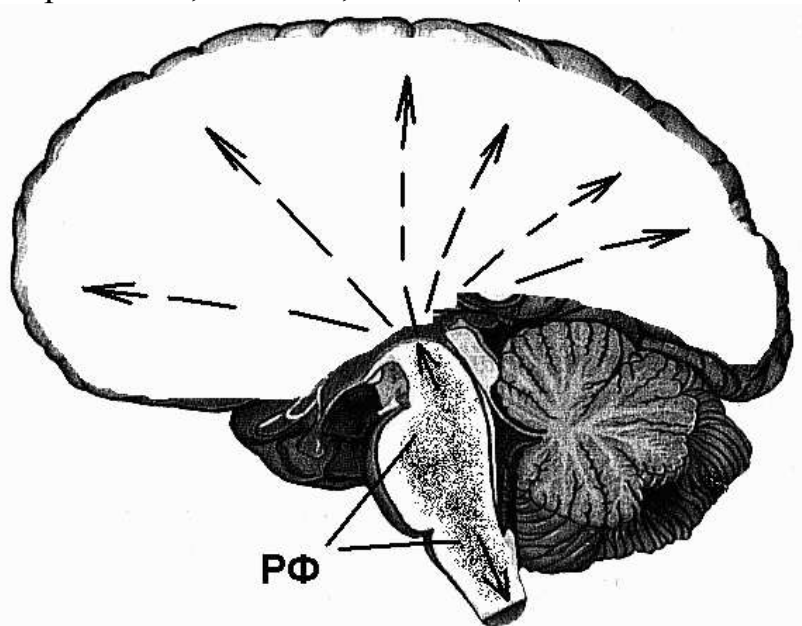


Рис. 5. РФ ствола мозга

РФ - группа нейронов ретикулярной формации; стрелками показаны восходящие влияния на кору и нисходящие - на спинной мозг

Исследования последних лет (П.К.Анохин, К.В.Судаков) показали, что при всей неспецифичности ретикулярной формации, некоторые ее нейроны могут избирательно (специфично!) оказывать активирующее или тормозное влияние на строго определенные структуры мозга, обеспечивая тем самым разнообразные формы поведения в различных ситуациях.

25. Участвует ли ретикулярная формация в работе соматического и вегетативного отделов ЦНС?

Безусловно, участвует! Во-первых, это проявляется в ее неспецифическом модулирующем влиянии (см. вопросы 23, 24). Во-вторых, выделяют ее прямое влияние на соматические и вегетативные функции.

Влияние *на соматические функции* проявляется в следующем:

- координация функций центров (III, IV, VI пары черепно-мозговых нервов), контролирующей содружественное движение глазных яблок в вертикальном и горизонтальном направлении;

- влияние на моторные центры ствола мозга и спинного мозга (спинальный шок). В связи с этим здесь уместно рассмотреть механизм *спинального шока* (см. вопрос 8). Сам шок развивается в связи с прекращением нисходящего активирующего влияния РФ на нейроны спинного мозга, в результате чего они теряют свою возбудимость, и рефлекторная деятельность спинного мозга прекращается. Со временем возбудимость нейронов спинного мозга восстанавливается, но в отсутствие нисходящих тормозных влияний РФ уже ничем не ограничивается. Поэтому развивается *гиперрефлексия*, то есть чрезмерно повышенная выраженность спинальных рефлексов.

Влияние *на вегетативные функции* проявляется в следующем:

- нейроны РФ входят в структуры сосудодвигательного и дыхательного центров, а значит, оказывают влияние на тонус сосудов и процесс дыхания;

- нейроны РФ имеют многочисленные двусторонние связи с лимбической системой, гипоталамусом и мозжечком, следовательно, они прямо или косвенно оказывают влияние на состояние внутренних органов;

- нейроны РФ оказывают прямое активирующее влияние на нейроны симпатического отдела (активируют мозговое вещество надпочечников), а значит, и на внутренние органы;

- нейроны РФ стимулируют выброс гипофизарных гормонов, а значит, оказывают влияние на другие железы внутренней секреции, а через них на внутренние органы и на все виды обмена веществ.

26. На каком животном удобнее всего рассматривать функции промежуточного мозга?

Функции промежуточного мозга удобнее рассматривать на диэнцефальном животном, то есть на животном, у которого произведена поперечная перерезка головного мозга между промежуточным и конечным мозгом, то есть промежуточный мозг вместе с нижележащими отделами ЦНС отделяется от конечного мозга (рис. 6).

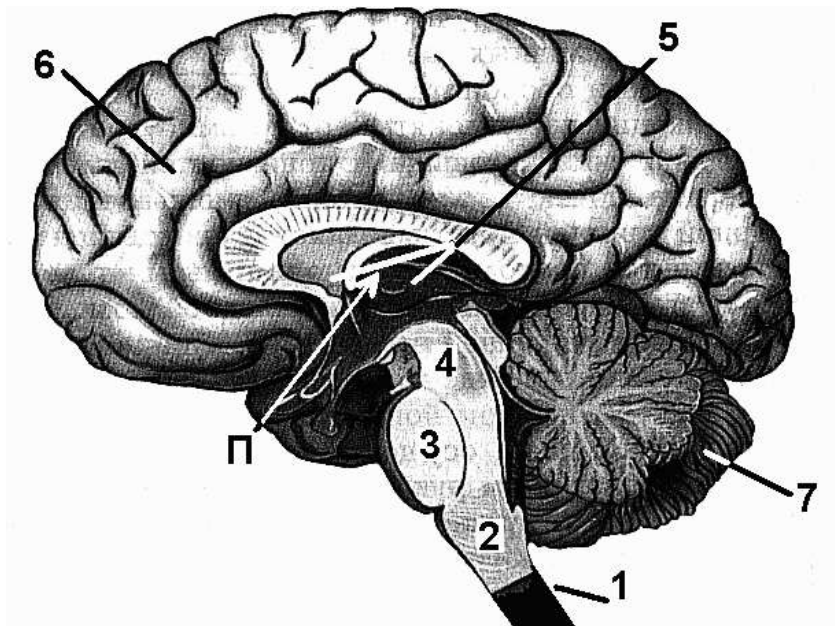


Рис. 6. Уровень перерезки у диэнцефального животного

1 - спинной мозг; 2 - продолговатый мозг; 3 - мост; 4 - средний мозг; 5 - промежуточный мозг; 6 - конечный мозг; 7 - мозжечок; стрелкой показан уровень перерезки: П - перерезка между конечным и промежуточным мозгом

27. Какие отделы выделяют в промежуточном мозге?

В различных анатомических и физиологических источниках по-разному относятся к выделению отделов промежуточного мозга. Физиологи чаще всего выделяют три структурно-функциональных отдела промежуточного мозга:

- эпиталамус;
- таламус;
- гипоталамус.

28. Какова функциональная роль эпиталамуса?

Это наименее изученный отдел промежуточного мозга. В настоящее время выделяют понятие «*эпиталамо-эпифизарный комплекс*», как систему, являющуюся антагонистической по отношению к гипоталамо-гипофизарной системе. Показано, что эпиталамо-эпифизарный комплекс имеет отношение к регуляции биоритмов человека. Гормон *мелатонин*, вырабатываемый в эпифизе, в детском возрасте оказывает тормозное влияние на развитие половых желез и задерживает половое созревание человека. Кроме того, этот гормон является антагонистом *интермедина* средней доли гипофиза, то есть уменьшает пигментацию клеток нашего организма.

29. Какова функциональная роль таламуса?

В таламусе различают 4 группы ядер, имеющих разное функциональное предназначение:

- специфические;
- неспецифические;
- ассоциативные;
- моторные.

30. Каково функциональное значение специфических ядер таламуса?

Специфические или *проекционные ядра* таламуса (в старых изданиях их иногда называют «релейные») относятся к системе анализаторов. Здесь сосредоточены нервные центры, состоящие из мономодальных нейронов, обеспечивающих передачу возбуждения в пределах какого-то одного конкретного анализатора. Например, нейроны латерального коленчатого тела участвуют в работе зрительного анализатора, а нейроны медиального коленчатого тела передают информацию в цепи нейронов слухового анализатора. Нервные клетки специфических ядер являются *последними в цепи вставочных нейронов проводникового отдела анализатора*. Аксоны этих нейронов передают информацию в первичную сенсорную зону коры больших полушарий. При повреждении специфических ядер частично или полностью нарушается работа анализатора.

Следует отметить, что в таламусе нет специфических ядер обонятельного анализатора, так как цепь нейронов этого анализатора минует его!

31. Каково функциональное значение неспецифических ядер таламуса?

Нейроны *неспецифических ядер* таламуса преимущественно мелкие и многоотростчатые, образующие сеть, напоминающую по строению ретикулярную формацию ствола мозга. Как и нейроны РФ, они полимодальны и постоянно получают информацию от других ядер таламуса и из других отделов головного мозга. Некоторые авторы так и считают эти ядра продолжением ретикулярной формации ствола мозга в промежуточном мозге. Однако большинство авторов называют неспецифические ядра таламуса самостоятельной структурой, оказывающей *неспецифическое модулирующее влияние* исключительно на образования головного мозга. Биоэлектрическая активность неспецифических ядер таламуса является источником ритмических разрядов нейронов коры больших полушарий и ближайших подкорковых образований, которые регистрируются в виде альфа-ритма на электроэнцефалограмме в состоянии покоя.

32. Каково функциональное значение ассоциативных ядер таламуса?

Ассоциативные ядра получают информацию, прежде всего от специфических и неспецифических ядер таламуса. Таким образом, нейроны этих ядер являются высшим докорковым уровнем взаимодействия анализаторов. Импульсы от этих нейронов в основном поступают в ассоциативную кору, где формируется полноценное восприятие окружающего нас мира.

33. Каково функциональное значение моторных ядер таламуса?

Моторные ядра таламуса являются важным звеном в организации движения, поддержании тонуса скелетных мышц и состояния равновесия нашего тела. Много в их работе остается неизученным, но известно, что на них конвергируют импульсы от нейронов мозжечка и стриопаллидарной системы, то есть со структур, обеспечивающих организацию моторных функций в нашем организме. Таким образом, участие моторных ядер таламуса в организации двигательных актов осуществляется по следующей схеме:

- замысел движения возникает в ассоциативной коре →

- из ассоциативной коры информация передается к нейронам мозжечка и базальных ганглиев, где растормаживаются врожденные и приобретенные программы двигательных актов →

- информация, поступающая из мозжечка и базальных ганглиев, интегрируется на моторных ядрах таламуса →

- из моторных ядер практически готовая программа действия передается на моторную кору, где происходит ее коррекция в связи с информацией, поступающей из внешней среды →

- от клеток Беца передней центральной извилины (моторная кора) информация идет на α -мотонейроны спинного мозга и ствола мозга →

- совершается необходимый двигательный акт.

(Дополнительную информацию см. учебно-методические разработки «Физиология движения. Управление движением. Механизмы поддержания тонуса скелетных мышц и равновесия тела»)

34. Каково функциональное значение гипоталамуса?

Гипоталамус имеет три важных морфо-физиологических особенности:

- на очень небольшом участке мозга имеется скопление большого количества нервных ядер (особенно в латеральной области гипоталамуса);

- значительная часть нейронов медиальной области гипоталамуса не имеет *гематоэнцефалического барьера* (см. вопрос 34а);

- нейроны гипоталамуса имеют двусторонние связи практически со всеми структурами головного и спинного мозга.

Все вышперечисленное позволяет обеспечивать полноценную интеграцию функций соматического и вегетативного отделов ЦНС (частичная интеграция осуществлялась и на уровне ствола мозга и даже на уровне спинного мозга). Эфферентное управление рабочими структурами из гипоталамуса осуществляется как через соматический и вегетативный отделы ЦНС, так и через гипоталамо-гипофизарную систему. Причем, так как нейроны гипоталамуса полимодальны, то они принимают участие в регуляции многочисленных функций нашего организма.

Существуют разные принципы разделения многочисленных ядер гипоталамуса (по разным авторам 42-48 пар), но чаще используется морфологический принцип деления на передние, средние и задние. При этом передние ядра преимущественно связаны с парасимпатическим отделом вегетативной нервной системы, а задние – с симпатическим. Поэтому раздражение нейронов переднего отдела гипоталамуса в эксперименте приводит к активации парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Наоборот, раздражение нейронов заднего отдела гипоталамуса активирует работу симпатического отдела. Средние ядра в основном контролируют процессы метаболизма, терморегуляцию, половое поведение, мотивацию голода и жажды и др. Все это откладывает определенный отпечаток на поведение диэнцефального животного.

34а. Что называется гематоэнцефалическим барьером?

Гематоэнцефалический барьер (ГЭБ) – это естественный биологический барьер между нервными клетками и кровью. Он обеспечивается двумя факторами:

- особым строением стенки капилляров головного мозга (хорошо развитая плотная базальная мембрана, сплошной слой эндотелия с хорошо развитыми десмосомами), что препятствует выходу из крови целого ряда биологически активных, токсических веществ, фармакологических препаратов и др.

- наличием глиальных клеток, которые механически отграничивают стенку капилляра от находящихся по соседству нейронов, обеспечивают трофику нейрона и выделение продуктов метаболизма и др.

Таким образом, гематоэнцефалический барьер защищает нейроны от неблагоприятного влияния различных раздражающих факторов. Вместе с тем, в ЦНС есть две области, лишённые гематоэнцефалического барьера. Это нейроны в области медиального гипоталамуса и нейроны голубого пятна среднего мозга. Если по отношению к нейронам голубого пятна функция гематоэнцефалического барьера еще не совсем понятна, то по отношению к нейронам гипоталамуса ясно, что отсутствие ГЭБ позволяет им рецептировать состояние внутренней среды организма (изменение содержания аминокислот, глюкозы и других параметров внутренней среды организма).

35. Какова общая характеристика функционального состояния диэнцефального животного?

Наиболее принято выделять следующие общие характеристики диэнцефального животного:

- наличие самостоятельного дыхания;
- относительно стабильное артериальное давление;
- способность обеспечивать состояние гомеостаза (в частности, поддержание постоянной температуры тела);
- равномерный тонус мышц сгибателей и разгибателей;
- наличие статических и статокинетических рефлексов;
- способность самостоятельно передвигаться и поддерживать состояние равновесия;
- наличие ориентировочных и сторожевых рефлексов;
- способность обеспечивать интеграцию функций соматической и вегетативной нервной системы;
- способность обеспечивать реализацию врожденных поведенческих реакций (инстинктов, биологических мотиваций, псевдоэмоций, цикла сон-бодрствование);
- отсутствие способности совершать целенаправленное поведение.

Целенаправленное поведение животных и человека направлено на удовлетворение той или иной потребности и обеспечивается функциями коры головного мозга. Реализация социальных потребностей человека инициируется функциями ассоциативной коры (см. вопрос 42). В реализации биологических потребностей ведущую роль играет лимбическая система мозга, имеющая, как и другие структуры мозга, определенные особенности строения и расположения в головном мозге.

36. Каковы структурные особенности лимбической системы мозга?

Понятие *лимбическая система мозга* (рис. 7) было введено в физиологию в середине прошлого столетия американским физиологом П. Мак Лином (1952). В это образование включались:

- *древняя кора* (обонятельная луковица, обонятельный бугорок, периамигдаллярная и препериформная кора);
- *старая кора* (гиппокамп, зубчатая и поясная извилины);
- *подкорковые образования* (миндалевидное ядро, перегородка).

Особенностью этих образований является наличие кольцевых нейронных связей – так называемых «ловушек» Лоренте Де Но (см. «Свойства нервных центров»), по которым возбуждение, попавшее в это кольцо, может долго циркулировать (реверберация возбуждения), навязывая состояние возбуждения другим структурам мозга.

Нейроны лимбической системы получают информацию из коры больших полушарий и из других отделов головного мозга, в частности, из гипоталамуса. Из лимбической системы информация поступает или непосредственно в ассоциативную кору (для осуществления высших психических функций) или через гипоталамус к структурам соматической и вегетативной нервной системы для реализации каких-либо поведенческих реакций.

В последние годы некоторые авторы под понятием «лимбическая система» стали представлять более широкое объединение, куда входят области новой коры, гипоталамус и РФ ствола мозга. Считается, что она способна реализовывать не только жесткие генетические программы поведения, но и обеспечивать более гибкие, пластичные формы поведения, основанные на обучении и памяти.

37. Каково функциональное значение лимбической системы мозга?

Лимбическая система (ЛС) выполняет в организме человека ряд очень важных функций:

- обеспечивает функцию обоняния, поэтому ее часто называют *обонятельным мозгом*, который *неспецифически модулирует* поведение животных и человека;
- координирует работу внутренних органов, согласовывая ее с работой соматического отдела нервной системы, поэтому ее иногда называют *висцеральным мозгом*;
- участвует в реализации врожденных форм поведения:
 - а) инстинктов;
 - б) биологических мотиваций;
 - в) истинных эмоций (центры псевдоэмоций сосредоточены в гипоталамусе);
- обеспечивает реализацию механизмов кратковременной памяти и перевода ее в долговременную память;
- участвует в формировании и реализации приобретенных форм поведения:
 - а) формирование и реализация условных рефлексов, динамического стереотипа;
 - б) участвует в реализации различных форм научения;

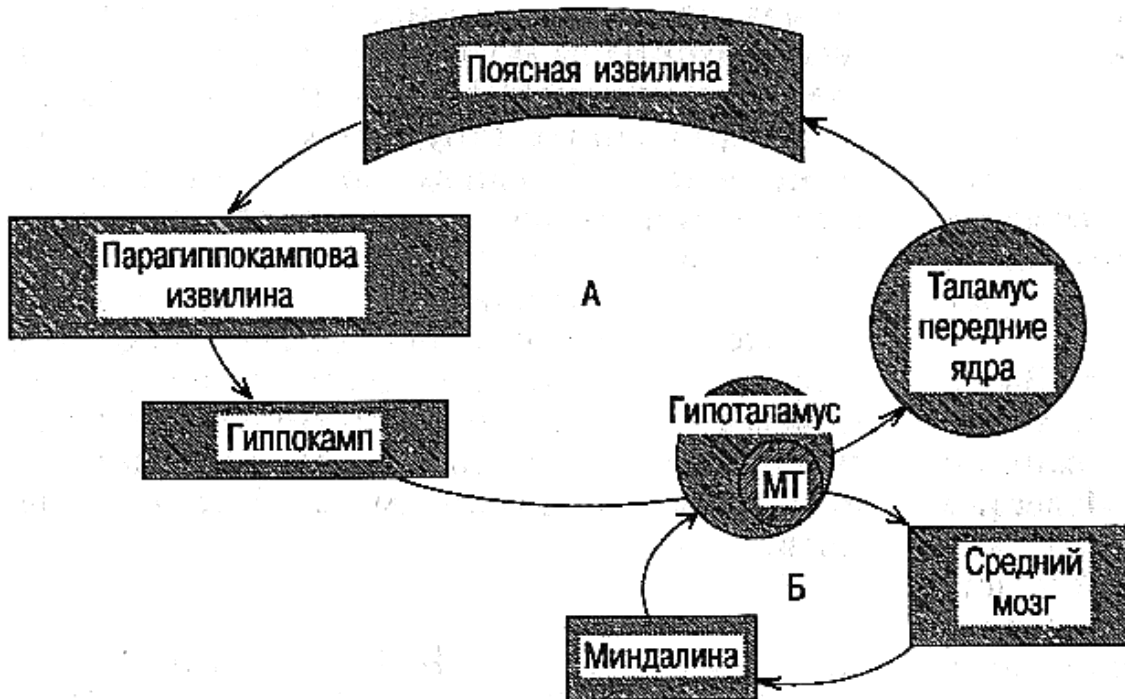


Рис. 7. Лимбическая система мозга

А - круг Пейпеца; Б - круг через миндалину; МТ - мамиллярные тела

- обеспечивает (вместе с гипоталамусом) видоспецифическое поведение, касающееся особенностей реализации половой, пищевой, оборонительной и других мотиваций у животных разного вида и у человека;
- участвует (вместе с гипоталамусом) в поддержании гомеостаза, а также в поддержании постоянства работы различных физиологических систем.

Все описанные функции лимбической системы были выявлены или в эксперименте (при ее повреждении), или при наблюдении за больными с подобными структурными нарушениями, возникшими в результате той или иной патологии. Наиболее полно нарушения функций лимбической системы проявляются в синдроме Клувера–Бюсси, развивающегося после удаления у животного в эксперименте миндалевидного ядра.

38. Каковы проявления синдрома Клувера-Бюсси?

Выделяют следующие особенности поведения, наблюдаемые у человека и животных при синдроме Клувера-Бюсси:

- **снижение агрессивности** – например, удаление миндалины у обезьяны, являющейся вожаком стаи, приводит к тому, что ее изменившееся эмоциональное поведение позволяет другим животным игнорировать ранее агрессивное животное;
- **гиперсексуальность** – повышается половое влечение, причем при одновременном нарушении видоспецифического поведения, повышается половое влечение к представителям других видов;
- **агнозия** – потеря памяти, особенно на недавние события; например, чело-

век забывает только что услышанное или увиденное;

- **потеря чувства страха** – в результате этого животное или человек проявляет **чрезмерное любопытство**; например, обезьяна перестает бояться змей, огня и других опасностей, от которых животное защищает защитно-оборонительный инстинкт; человек перестает бояться высоты и др.;

- **гиперорализм** – то есть, узнавание предметов с помощью рецепторов полости рта; например, грудной ребенок, у которого лимбическая система еще не получила достаточного развития, все новые незнакомые предметы тянет в рот.

В этом издании мы не касаемся функций стриопаллидарной системы и мозжечка, так как они достаточно подробно рассмотрены в методических разработках «Физиология движения». Поэтому далее мы переходим к анализу функций новой коры больших полушарий мозга.

39. Какова структурно-функциональная организация новой коры?

В процессе филогенеза новая кора получила наибольшее развитие у человека и покрывает полушария мозга слоем 2-5 мм. Не вдаваясь в гистологическую структуру коры (типы нейронов, колонкообразный принцип расположения нейронов и др.) следует отметить, что выделяют множество различных участков коры, имеющих заметные структурные отличия (например, по классификации В.Бродмана выделяют 52 различных цитоархитектонических поля коры!). Но мы сейчас и в дальнейшем будем выделять в коре три различных функциональных зоны:

- **сенсорную;**
- **моторную;**
- **ассоциативную.**

40. Что собой представляет сенсорная кора?

Сенсорная кора представлена мозаично расположенными в коре участками корковых отделов анализаторов (рис. 8). Строение участков сенсорной коры различных анализаторов принципиально одинаково. В них выделяют **первичную** и **вторичную** сенсорные зоны.

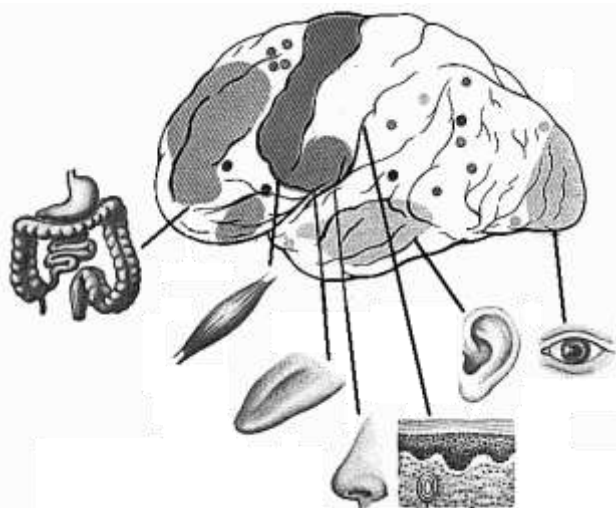


Рис. 8. Сенсорная кора (корковые отделы анализаторов)

В первичной сенсорной зоне располагаются *мономодальные моновалентные* нейроны, которые называют иногда *клетками-детекторами*. Эти нейроны принимают информацию от последних нейронов проводникового отдела анализатора (для всех анализаторов, кроме обонятельного, это нейроны *специфических ядер таламуса*). На нейронах первичной сенсорной зоны происходит *высший анализ* действующих на организм раздражителей. То есть каждый нейрон отражает строго определенный признак раздражителя. Например, в первичной сенсорной зоне слухового анализатора одни нейроны реагируют только на звук частотой 1000 гц, а другие только на звук частотой 1100 гц. На нейроны первичной сенсорной зоны, таким образом, полностью проецируется рецептивное поле какого-то конкретного анализатора. Эта проекция весьма своеобразно отражает различные участки рецептивного поля. Наиболее наглядно эта особенность представлена в первичной зоне соматосенсорного анализатора (рис. 9). На рисунке видно, что рецепторы кожи лица и кожи кистей рук имеют гораздо большее представительство в сенсорной коре, чем рецепторы кожи, покрывающей тело или конечности.

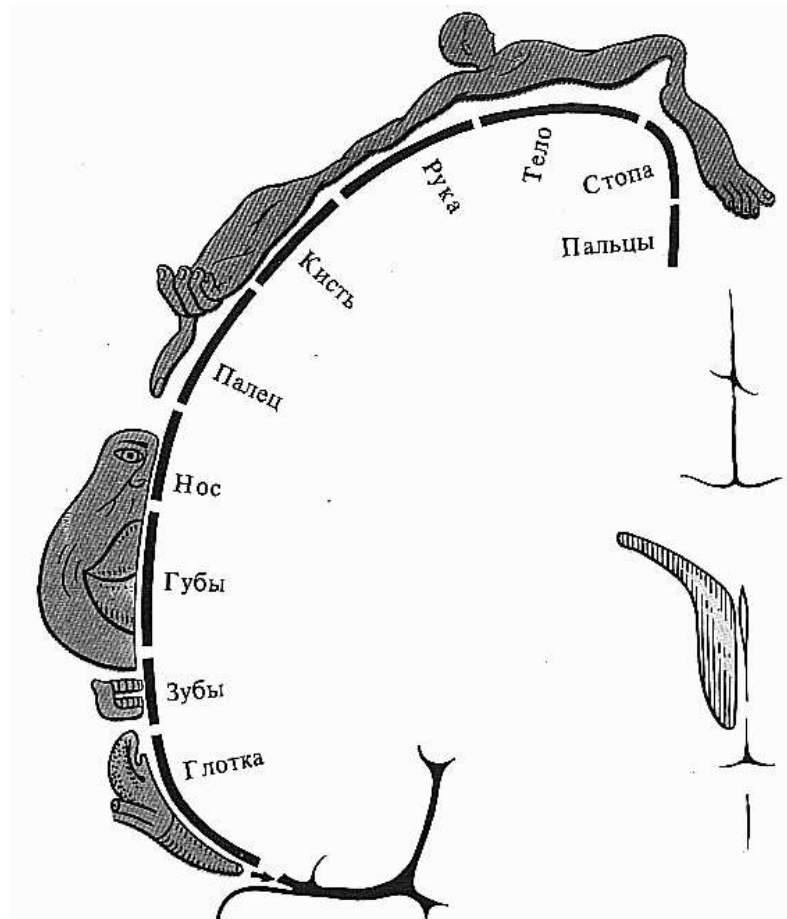


Рис. 9. Первичная соматосенсорная зона

Во вторичной сенсорной зоне располагаются *мономодальные поливалентные* нейроны. Они собирают информацию одновременно от нескольких нейронов-детекторов первичной сенсорной зоны. То есть на этих нейронах происходит *синтез* проанализированной информации и осуществляется *психофизиологический процесс восприятия* раздражителя в пределах одного анализатора.

Однако во вторичной сенсорной зоне есть и *полимодальные нейроны*, которые собирают информацию не только с нейронов «своего», но и с нейронов других (соседних) анализаторов. Благодаря этому процесс восприятия становится более полным, однако окончательный процесс восприятия происходит в ассоциативной коре, обеспечивающей полноценное взаимодействие всех анализаторов.

При повреждении сенсорной коры какого-либо анализатора нарушается или полностью пропадает тот вид чувствительности, который обеспечивается работой этого анализатора.

41. Что собой представляет моторная кора?

Моторная кора представлена нейронами, расположенными в *передней центральной извилине (префронтальная кора)* и нейронами *премоторной коры (поле 6 по В.Бродману)*, расположенной в лобной доле.

Префронтальную кору называют *первичной моторной (двигательной) корой*. Она получает афферентную информацию из различных участков сенсорной и ассоциативной коры, а также из подкорковых образований. Но наиболее важная информация, необходимая для совершения целенаправленного движения приходит из премоторной коры, которую называют *вторичной моторной (двигательной) корой*.

Выход информации из первичной моторной коры осуществляется через большие пирамидные клетки Беца. От них начинается пирамидный тракт, заканчивающийся на альфа-мотонейронах (или вставочных нейронах) ствола или спинного мозга.

Различные группы скелетных мышц представлены в моторной коре разным количеством нейронов, расположенных строго определенным образом (рис. 10). Особенно хорошо (большим количеством нейронов) иннервируются мимические мышцы и мышц кисти руки, благодаря чему возможны тонкие движения пальцев руки. В этом случае к каждому конкретному альфа-мотонейрону, контролирующему состояние мышцы, приходят импульсы *непосредственно* от одной конкретной клетки Беца коры.

При повреждении моторной коры или ее связей со скелетными мышцами развиваются *параличи* или *парезы* (см. «Физиология движения»). Причем, если у обезьяны в эксперименте полностью разрушить моторную кору одного полушария, то могут возникнуть две принципиально различные ситуации в зависимости от сохранения или не сохранения его связи с другим полушарием:

1) если при этом перерезать мозолистое тело (то есть разобщить оба полушария), то возникнет паралич мышц, получающих иннервацию от этого участка моторной коры; при этом возникшие параличи не компенсируются!

2) если при этом не повреждать мозолистое тело, то возникший паралич мышц постепенно компенсируется (частично или полностью).

Подобная картина отмечается и у человека при повреждении мозговых структур.

Если раздражать участки передней центральной извилины, то отмечаются элементарные двигательные реакции в виде сокращения отдельных мышц (или групп мышц), что в свое время проделали Г.Фрич и Е.Гитциг (1870).

Вторичная моторная кора также получает импульсы из различных образований мозга, но *наиболее важная информация поступает сюда из ассоциативной коры, моторных ядер таламуса, базальных ганглиев и мозжечка.*

При повреждении вторичной моторной коры наблюдаются различные двигательные расстройства, но параличей и парезов, как таковых не наблюдается.

При раздражении нейронов поля 6 отмечаются сложные скоординированные двигательные реакции (например, повороты головы, наклоны тела), реализация которых осуществляется через первичную моторную кору.

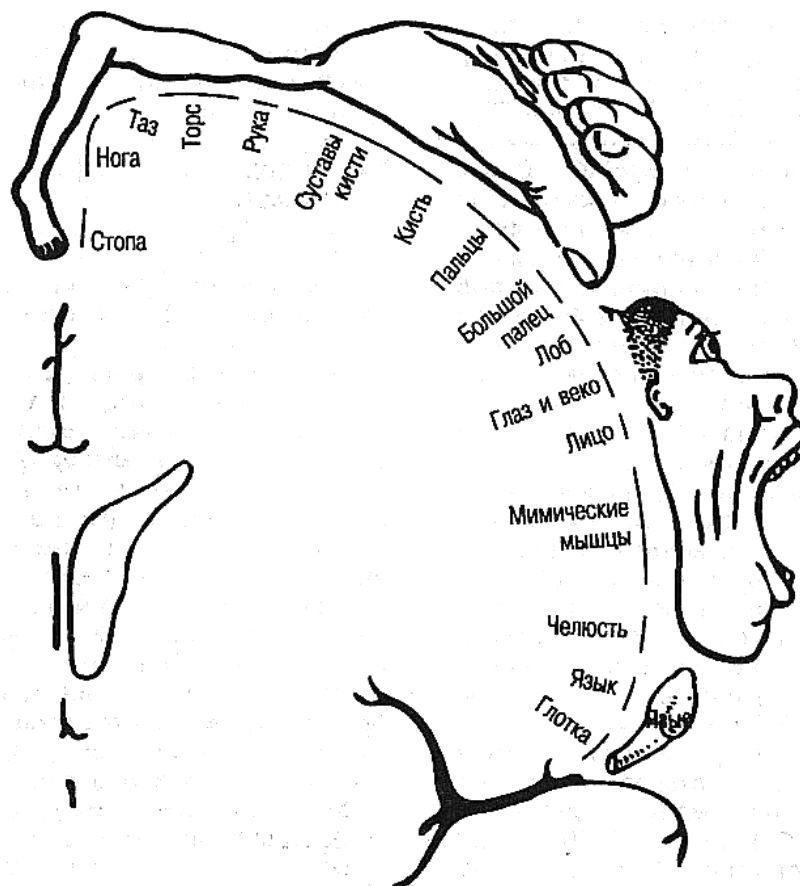


Рис. 10. «Представительство» скелетных мышц тела человека в моторной коре

42. Что собой представляет ассоциативная кора?

Ассоциативная кора получила наибольшее развитие у человека и занимает относительно большую площадь по сравнению с сенсорной и моторной корой (см. вопрос 39). Нейроны ассоциативной коры полимодальны и получают афферентную информацию от многих отделов головного мозга и, прежде всего, от нейронов сенсорной коры (из вторичной сенсорной зоны), ассоциативных и неспецифических ядер таламуса. От нейронов ассоциативной коры импульсы поступают на моторную и сенсорную кору, а также к различным подкорковым образованиям и, прежде всего, к базальным ганглиям, мозжечку и к лимбической системе.

Работа нейронов ассоциативной коры обеспечивает ряд очень важных функций, часть которых присуща только человеку:

- мышление;

- сознание;
- взаимодействие анализаторов и обеспечение процесса восприятия;
- долговременная память;
- участие в организации целенаправленного поведения.

При повреждении небольших участков ассоциативной коры не отмечается серьезных выпадений тех или иных функций. Они могут появиться лишь при значительных по площади и степени выраженности повреждениях коры.

Вместе с тем, выделяют различные участки ассоциативной коры (лобную, теменную, височную доли), каждый из которых ответствен за определенный «набор» функций. Например, *теменная часть ассоциативной коры* отвечает за *гнозис* и *праксис*. Под гнозисом понимают различного рода *узнавание*. Это форма, величина, значение предметов, их пространственное взаимоотношение, познание различных процессов, закономерностей, понимание речи, смысла слов и др. Под праксисом понимают *целенаправленное действие*. То есть здесь хранятся программы моторных автоматизированных двигательных актов и с помощью нейронов теменной коры происходит их повседневная реализация (рукопожатие, чистка зубов, умывание, включение телевизора или магнитофона и др.).

Лобная часть ассоциативной коры участвует в формировании функциональных систем целенаправленных поведенческих актов. Здесь сосредоточен аппарат афферентного синтеза, происходит принятие решения о необходимости совершения или не совершения какого либо действия, здесь находится акцептор результатов действия (подробнее см. раздел учебника «Физиология целенаправленного поведения»). В связи с этим повреждение лобных долей (травма, опухоль и др.) приводит к заметному для окружающих изменению поведения человека.

В связи с выделением сенсорной, моторной и ассоциативной коры закономерно обратиться к вопросу о локализации функций в коре больших полушарий

43. Какое представление исторически сложилось по отношению к вопросу о локализации функций в коре больших полушарий?

Исторически сложилось два противоположных взгляда (научных направления) на вопрос о локализации функций в коре больших полушарий.

Сторонники первого направления – *локализационизма* считали, что все структуры коры имеют строго определенное назначение, то есть, направлены на контроль за какой-то конкретной физиологической функцией или каким-то конкретным физиологическим процессом. Так, например, Г. Фрич и Е. Гитциг, от исследований которых (1870) отсчитывают начало изучения функций коры больших полушарий, нашли, что раздражение участков передней центральной извилины всегда приводило к тем или иным двигательным реакциям. Вместе с тем, подобное раздражение других участков коры совершенно не приводило к сокращению скелетных мышц.

Сторонники противоположного направления – *антилокализационизма* считали, что все участки коры равнозначны (*эквипотенциальны*). Это заключение делалось, например, на основании экспериментов Флуранса, в которых изуча-

лась способность голубей летать после удаления различных участков коры. При этом он обнаружил, что эта способность сохраняется тем хуже, чем бóльшие по площади участки коры удалены (*независимо от локализации удаления!*).

44. Каковы причины столь противоположного взгляда ученых на один и тот же вопрос?

Объяснение столь противоположным взглядам заключается в том, что эксперименты авторов, относящихся к этим двум направлениям, проводились на животных, стоящих на разных ступенях эволюционного развития; то есть у разных животных существенно отличались степень структурного развития и функции коры больших полушарий. Дело в том, что *чем выше в эволюционном ряду стоит животное, тем бóльшее число функций этого животного находится под непосредственным контролем коры больших полушарий или реализуется при ее непосредственном участии*. Этот эволюционный процесс носит название **кортикализация функций**. В связи с этим в отношении исследований функций коры больших полушарий следует сделать следующие выводы:

- данные, полученные на животных, находящихся на низших этапах эволюционного развития, следует очень осторожно сопоставлять с данными, полученными на более высоко организованных животных;
- данные, полученные на животных, нельзя безоговорочно переносить на человека.

В связи с вышеизложенным, следует вернуться к вопросу о локализации функций (вопрос 43), а точнее рассмотреть современное представление о «динамической локализации функций» в коре больших полушарий.

45. В чем заключается смысл современного представления о динамической локализации функций в коре больших полушарий?

Само понятие «динамическая локализация функций» было сформулировано акад. И.П. Павловым. Существует несколько взглядов на этот вопрос, и мы предлагаем для анализа, как нам кажется, наиболее простое его толкование.

Смысл понятия «динамичность функции» заключается в следующем. В одних случаях за участком коры его функция может быть строго закреплена и в случае его повреждения не может выполняться другими структурами мозга. В других случаях такого строгого закрепления функции нет, так как после повреждения участка коры, нейроны других ее участков продолжают выполнять полностью или частично утраченные функции (*компенсировать*).

В ответах на вопросы 41-43 мы уже рассматривали функции различных отделов коры больших полушарий. В связи с этим становится понятным, что степень «динамичности» локализации функций в разных отделах коры разная. Например, при повреждении сенсорной коры у человека утраченные сенсорные функции не восстанавливаются. Это позволяет сделать вывод об *отсутствии динамичности локализации функций в сенсорной коре*.

Таким образом, для сенсорной коры более подходит принцип строгого локализационизма.

При повреждении моторной коры (при определенных условиях) может происходить частичная, а иногда, и полная компенсация утраченных моторных функций, что позволяет сделать вывод *о наличии локализации функций в моторной коре, но менее строгой по сравнению с сенсорной корой*. В моторной коре возможен «переход» контроля над той или иной функцией из одного ее участка в другой.

Таким образом, для моторной коры при определенных условиях характерна динамическая локализация функций.

При повреждении ассоциативной коры труднее всего увязать определенные функциональные нарушения в организме человека с теми или иными участками ассоциативной коры. То есть, *для ассоциативной коры в определенной степени подходит принцип эквипотенциальности*. Значит, в ассоциативной коре та или иная функция не локализована строго в каком-то одном участке, а выполняется совокупностью различных нейронов всей ассоциативной коры.

Следовательно, для ассоциативной коры характерна динамическая локализация функций.

46. Что означает термин «функциональная асимметрия» коры больших полушарий?

Представления о функциональной асимметрии мозга возникли еще в позапрошлом столетии. Особенно отчетливо они проявляются по отношению к функциям коры больших полушарий. Так как выделяют три функциональных зоны коры (см. вопрос 39), то различают три вида функциональной асимметрии мозга:

- асимметрия сенсорной коры;
- асимметрия моторной коры;
- асимметрия ассоциативной коры.

47. В чем проявляется асимметрия сенсорной коры?

Асимметрия сенсорной коры проявляется в том, что ее симметричные участки по-разному оценивают различную сенсорную информацию. Например, известно, что около 60% людей имеют разную остроту слуха на левое и правое ухо. Однако подавляющее большинство их лучше слышат левым ухом (информация обрабатывается правым полушарием), однако локализация звука лучше определяется правым ухом (информация обрабатывается левым полушарием). Левое полушарие отвечает на понимание смысла сказанных слов (центр Вернике). Причем сенсорный центр речи как у праворуких (это люди, у которых основной рабочей рукой является правая), так и у большинства леворуких людей (у них главной рабочей рукой является левая) находится в левом полушарии.

48. В чем проявляется асимметрия моторной коры?

Существуют разные проявления моторной асимметрии. Например, моторный центр речи (центр Брока) как у праворуких, так и у большинства леворуких людей расположен в левом полушарии (как и центр Вернике). Только при повреждении центра Брока моторные функции речи могут быть частично компенсированы правым полушарием.

Асимметрия моторной коры проявляется и в том, что одноименные мышцы правых и левых конечностей развивают разную силу при максимальном субъективном усилии человека. Известно также, что мышцы левой и правой конечностей в разной степени подвержены утомлению. Например, у праворуких людей абсолютная (удельная) и относительная (общая) мышечная сила значительно выше на правой руке, но зато мышцы левой руки дольше выдерживают статические усилия, то есть меньше утомляются при работе в режиме, близком к изометрическому сокращению.

49. В чем проявляется асимметрия ассоциативной коры?

Асимметрия ассоциативной коры связана с целым рядом функций мозга, в которых доминирует левое или правое полушарие. Например, отсчет времени лучше ведет левое полушарие, но в пространстве лучше ориентируется правое полушарие. Правое полушарие обеспечивает эмоциональное поведение человека и лучшее восприятие эмоционального состояния других людей. Кроме того, правое полушарие лучше различает музыкальные звуки, мелодии, обеспечивает эмоциональное переживание при прослушивании музыкальных произведений. Зато «левополушарные» люди обладают лучшими математическими способностями.

По-разному осуществляется и процесс мышления. Левое полушарие обеспечивает *абстрактно-логическое мышление*, то есть подвергает подробному (детальному) анализу ситуацию, в которой оказался человек и прогнозирует ее развитие. Правое полушарие отвечает за *конкретно-образное мышление*, то есть оценивает ситуацию в целом (без детализации), порой *интуитивно*. На основании описанных особенностей работы мозга, И.П. Павлов выделял три типа ВНД, присущих человеку: художественный, мыслительный и средний (подробнее см. «Высшая нервная деятельность»).

Вместе с тем, следует отметить, что ребенок, по-видимому, рождается с равнозначными полушариями. Специализация же полушарий возникает на определенном этапе постнатального онтогенеза. Например, до 5 лет восприятие речи осуществляется и левым и правым полушарием. И если в эти сроки происходит повреждение левого полушария, то правое полушарие «забирает функцию речи». Если же травма происходит в более поздние сроки, то функция речи не восстанавливается, так как центр речи уже не может переместиться в правое полушарие.

Таким образом, представление о левом полушарии как о *доминантном* (главном) и о правом полушарии как о *субдоминантном* (второстепенном), долгое время, существовавшее в физиологической литературе, в настоящее время должно восприниматься как необходимая специализация полушарий мозга на преимущественном выполнении (специализации) тех или иных функций. Эта специализация становится возможной по мере становления нормального функционирования мозолистого тела.

Далее мы рассмотрим возрастные особенности функций ЦНС, развитие которых неразрывно связано с развитием структуры мозга

50. Каковы структурные особенности ЦНС плода и новорожденного?

Известно, что у плода и новорожденного имеются структурные особенности ЦНС, о которые мы упоминали в выпуске «Физиология возбудимых тканей (нейрона, рецептор, синапс, мышца), Иваново, 2005». Напомним кратко основные особенности структуры ЦНС плода по сравнению с взрослым организмом:

- меньшее количество нейронов и глиальных клеток; к 24 неделе внутриутробного развития количество нейронов становится таким, как у взрослого;
- меньшие размеры (объем и масса) нейронов;
- меньшее количество отростков (дендритов, так как аксоны развиваются раньше);
- меньшее количество синаптических связей с другими нейронами; даже у новорожденного количество синапсов в ЦНС составляет около 1% от нормального их количества у взрослого человека (особенно мало тормозных синапсов!);
- меньшая степень миелинизации нервных волокон (у новорожденного она составляет ~ 30% от таковой у взрослого человека); процесс миелинизации заканчивается к 20-22 годам жизни человека;
- меньшая площадь синаптических окончаний;
- бóльшая ширина синаптической щели;
- меньшая плотность каналов на поверхностной клеточной мембране.
- меньшая интенсивность синтеза медиаторов в нейронах (даже у новорожденного этот процесс в 2-10 раз менее выражен, чем у взрослых); следует отметить, что медиаторы, обеспечивающие передачу возбуждения у плода, не всегда выполняют подобную функцию у взрослого (например, ГАМК у плода является возбуждающим медиатором!).

51. Каковы возрастные особенности функций ЦНС у плода и новорожденного?

Мозг плода развивается достаточно интенсивно и к моменту рождения его масса составляет 11-12% от массы тела (у взрослого ~ 2% от массы тела).

Значительная часть (30-80%) нейронов плода и новорожденного относится к «молчащим», то есть не имеющим фоновой импульсной активности; нейроны же с фоновой импульсной активностью выдают разряды с крайне низкой частотой (0,5-1 импульса в секунду!). По мере роста и развития организма количество нейронов с фоновой импульсной активностью начинает увеличиваться, а затем и преобладать (возрастает и их импульсная активность!).

У плода и новорожденного низкие по амплитуде МПП и ПД, более длительные следовые потенциалы, меньше амплитуда ВПСР и ТПСР. Все это откладывает отпечаток на степень выраженности процессов возбуждения и торможения и на их соотношение, как у плода, так и у новорожденного. Рассмотрим их становление в антенатальном периоде на примере развития рефлекторной деятельности. Выделяют три этапа ее развития:

- стадия локальных рефлекторных реакций;
- стадия генерализованных рефлекторных реакций;
- стадия специализированных рефлекторных реакций.

Стадия локальных рефлекторных реакций (до 3 месяцев). На ранних этапах развития плода, когда нейронов еще мало и слабо выражена их импульсная активность, в ЦНС уже имеет место процесс возбуждения, но он еще очень слабо выражен и охватывает лишь незначительные участки мозга. Поэтому еще у эмбриона на 8-й неделе внутриутробного развития появляются локальные рефлекторные реакции (например, отклонение головы в противоположную сторону при прикосновении к губам). Позднее (10-10,5 недель) появляются рефлексы с верхних конечностей, а еще позднее (11-12 неделя) с нижних конечностей.

Стадия генерализации рефлекторных реакций (~ 3^й- 4^й месяц). С течением времени процесс возбуждения становится более выраженным, расширяется рецептивное поле рефлекторных реакций. Из-за слабости тормозных процессов возникший процесс возбуждения достаточно легко переходит на соседние участки мозга. Поэтому, например, при раздражении области губ возникает и отклонение головы, и открывание рта и общая двигательная реакция.

Стадия специализации рефлекторных реакций (~ с 4-4,5 мес.).

К этому времени становится выраженным и процесс торможения. Поэтому рефлекторные реакции становятся координированными и приобретают строго определенное биологическое значение. Например, появляются сухожильные, лабиринтные, хватательный, сосательный, глотательный и другие рефлексы, необходимые новорожденному в его жизни вне организма матери.

Все описанные рефлексы связаны с развитием спинного мозга и ствола головного мозга. Однако развиваются и вышележащие структуры головного мозга. Например, у плода с 5-ти месяцев имеет место спонтанная биоэлектрическая активность коры и ближайших подкорковых образований. У 7-8 месячных недоношенных детей регистрируются в коре вызванные потенциалы, отмечается чередование фаз парадоксального и ортодоксального сна на электроэнцефалограмме. В процессе развития и становления функций ЦНС просматриваются закономерности их гетерохронного (то есть неодновременного) созревания.

52. Каковы основные закономерности (правила) гетерохронного созревания структур ЦНС?

Закономерности гетерохронного созревания структур ЦНС можно сформулировать в виде следующих двух правил:

- правило рекапитуляции признаков;
- правило системогенеза.

Правило рекапитуляции признаков заключается в том, что в процессе онтогенеза первыми созревают филогенетически более древние структуры. Так вестибулоспинальные влияния, связанные с работой продолговатого мозга, формируются раньше, чем руброспинальные. Еще позднее формируются кортикоспинальные влияния. Подтверждением последнего является изменение проявления рефлекса Бабинского. У взрослого человека при проведении неврологическим молоточком по подошвенной части стопы отмечается подошвенное сгибание пальцев (рис. 11 А). У новорожденного в подобной ситуации отмечается тыльное разгибание пальцев стопы (рис 11 Б), что обусловлено незрелостью кортикоспинального пути в раннем онтогенезе. Однако в возрасте 1,5-2 года рефлекс Бабинского

проявляется уже также как и у взрослого человека, что свидетельствует о том, что к этому времени формируется кортикоспинальный тракт. (*Следует отметить, что при повреждении кортикоспинального тракта у взрослого человека рефлекс Бабинского проявляется также как у новорожденного!*).

Правило системогенеза заключается в том, что в процессе онтогенеза раньше созревают те структуры, которые имеют наиболее важное биологическое значение для новорожденного. Например, очень рано созревают системы тройничного и лицевого нервов, что позволяет даже недоношенному ребенку осуществлять жизненно важные функции (сосание, глотание и др.).

Таким образом, понятно, что структуры ЦНС созревают не сразу к моменту рождения, а постепенно в ходе постнатального онтогенеза и окончательное их формирование происходит к 20-22 годам. До 35 лет при нормальном развитии организма существенных структурно-функциональных изменений в ЦНС не отмечается. В возрасте 35 лет и старше начинают нарастать явления апоптоза, то есть физиологической гибели нейронов. При этом гибель нейронов компенсируется увеличением синаптических связей оставшихся нейронов, что до определенного возраста существенно не снижает функциональных возможностей ЦНС. Причем, имеет место одна существенная закономерность: чем меньше нагрузка на ЦНС, тем интенсивнее идет гибель нейронов. То есть, нагрузки, заставляющие ЦНС умеренно «напрягаться» замедляют процесс гибели нейронов, а значит, процесс старения мозга. После 60 лет отмечаются более выраженные структурно-функциональные изменения в ЦНС.

53. Каковы структурные особенности ЦНС в пожилом и старческом возрасте?

Основные структурные особенности ЦНС в пожилом и старческом возрасте заключаются в следующем:

- уменьшение массы мозга (увеличение объема желудочков мозга);
- уменьшение количества нейронов (глиальные клетки замещают погибшие нейроны);
- нарастающее уменьшение количества синаптических связей между нейронами.

Нарушению структуры ЦНС способствует:

- накопление липофусцина и амилоидного вещества, вызывающих сдавление нейронов, их демиелинизацию и дистрофию;
- нарушение мозгового кровотока;
- уменьшение скорости аксоплазматического тока и ухудшение трофики нейронов и др.

С возрастом в ЦНС происходит закономерное снижение интенсивности метаболических процессов, уменьшается чувствительность нейронов к соответствующим медиаторам, нарушается синтез медиаторов и ферментов, способствующих их нормальному синтезу и др. Все это способствует проявлению возрастных особенностей в работе ЦНС.

54. Каковы возрастные особенности функций ЦНС в пожилом и старческом возрасте?

Указанные выше структурные изменения и изменения метаболических процессов в ЦНС вызывают соответствующие изменения в работе нейронов и, следовательно, в работе самой ЦНС. Уменьшается амплитуда МПП, ПД, постсинаптических потенциалов; ПД, ВПСП, ТПСП становятся более продолжительными, снижается импульсная активность нейронов, уменьшается их возбудимость, проводимость и лабильность. Снижается степень выраженности процессов возбуждения и торможения. Особенно заметно снижается выраженность тормозных процессов, что сказывается на поведении пожилых людей (см. Физиология ВНД).

Возрастные изменения в работе ЦНС всегда учитываются врачом при исследовании ее функций как у здорового, так и у больного человека. Эти знания позволяют правильной постановке диагноза заболевания ЦНС, и правильному его лечению.

Методы исследования функционального состояния ЦНС

В настоящее время известно множество различных методов исследования функционального состояния ЦНС, которые находят применение, как в эксперименте, так и в практической работе врача. Некоторые из них используются преимущественно в экспериментальных физиологических исследованиях, тогда как другие методы чаще используются при клиническом обследовании пациента. Среди множества методов хотелось бы обратить внимание на следующие:

- стереотаксическое исследование;
- выключение структур мозга;
- раздражение структур мозга и элементов периферической нервной системы;
- оценка рефлекторных функций;
- регистрация биоэлектрической активности мозга;
- метод вызванных потенциалов;
- исследование кровотока в сосудах головного мозга (реография, ангиография);
- электромиография;
- биохимические методы;
- клиническое наблюдение;
- клинко-патоморфологическое сопоставление и др.

1. В чем заключается стереотаксическое исследование мозга?

Стереотаксический метод позволяет обеспечить доступ к глубинным структурам мозга, не нанося грубых повреждений ни костному черепу, ни самой ткани мозга. В основе этого метода лежат подробнейшие анатомические исследования, показывающие четкую зависимость расположения структур головного мозга от строения черепа. Чтобы обеспечить доступ к структурам мозга, голову человека (или животного в эксперименте) фиксируют в строго определенном положении так, чтобы на одной *горизонтальной плоскости* находились центры наружных слуховых проходов и нижние точки краев глазных орбит (рис. 10). При этом

фронтальная плоскость, проходящая через центры наружных слуховых проходов должна быть строго перпендикулярна по отношению к горизонтальной плоскости. *Сагиттальная плоскость* должна проходить по среднесагиттальной линии черепа перпендикулярно горизонтальной или фронтальной плоскости. Такая фиксация головы необходима для того, чтобы, пользуясь специальными атласами (соответственно, для человека или разного вида животных), можно было в строго определенном месте просверлить череп и с помощью микроманипулятора проникнуть в мозг на нужную глубину. Попав в определенную структуру мозга, можно детально изучать ее функцию (выявлять связи с другими структурами мозга) используя методы раздражения, разрушения, регистрации биоэлектрической активности и др.

2. В чем заключается смысл метода выключения мозговых структур?

Метод выключения заключается в том, что определенная структура мозга прекращает свое воздействие на другие образования мозга или на какие-то рабочие органы. Это можно достигнуть или путем ее разрушения (удаления) или путем перерезки ее связей с другими интересующими нас структурами мозга или рабочими органами.

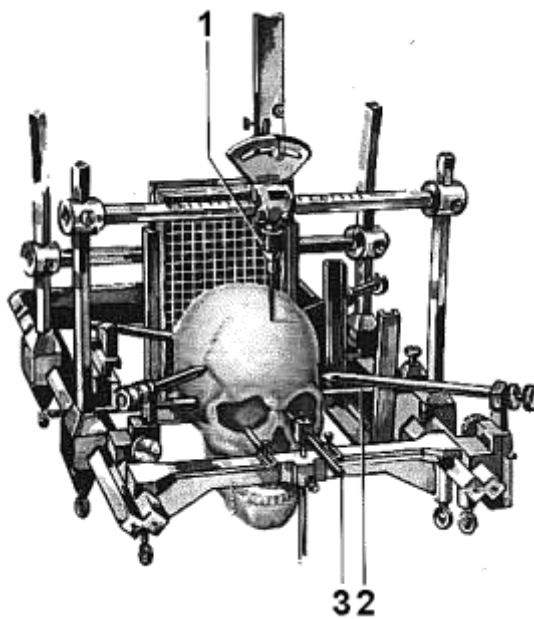


Рис. 10. Стереотаксический метод
1 - электрод; 2, 3 - фиксаторы черепа

Метод разрушения достаточно часто применяется в экспериментальной физиологии для доказательства функциональной роли того или иного отдела мозга. Например, при разрушении передней центральной извилины коры больших полушарий наблюдается паралич. На основании этого факта делают вывод, что передняя центральная извилина имеет прямое отношение к контролю над скелетными мышцами.

Метод перерезки применяется в разных вариантах:

а) перерезка ради деления мозговых структур (например, для доказательства локализации дыхательного центра проводят последовательные поперечные перерезки ствола мозга на различных уровнях);

б) перерезка афферентных нервов позволяет установить связь определенных структур мозга с конкретными рецептивными полями, а значит, выявить их ответственность за анализ какой-то строго определенной сенсорной информации;

в) перерезка эфферентных нервов позволяет выявить отделы мозга, ответственные за иннервацию, а значит, за работу каких-либо рабочих структур.

3. В чем заключается смысл метода раздражения мозговых структур?

Методом раздражения пользуются для того, чтобы убедиться в причастности каких либо нервных центров или проводящих путей к реализации той или иной функции. Например, *раздражение отдельных участков моторной коры* вызывает сокращение тех или иных мышц. Но тот же эффект можно получить и при раздражении аксонов клеток Беца на всем их протяжении до альфа-мотонейронов спинного мозга.

Раздражение *афферентных нервов* позволяет выявить нервные структуры, ответственные за анализ какой либо определенной информации.

Раздражение *эфферентных нервов* позволяет выяснить, какие нервные центры (сегменты спинного мозга), ответственны за иннервацию той или иной группы скелетных мышц (или внутренних органов).

4. В чем заключается смысл метода оценки функционального состояния ЦНС по степени выраженности рефлексов?

Известно, что классические рефлексy замыкаются в различных отделах (сегментах) ЦНС. Поэтому по наличию или отсутствию рефлекса можно выявить отдел ЦНС, в котором произошли какие-то нарушения. По степени выраженности рефлексов можно судить о функциональном состоянии этих отделов. Если наблюдается гиперрефлексия, то мы можем сделать вывод о повышении возбудимости и, наоборот, если мы видим ослабление выраженности рефлексов, то делаем вывод о снижении возбудимости какого-то конкретного отдела ЦНС. При этом всегда приходится думать о возможном влиянии структур головного мозга (ретикулярной формации) на ниже- и вышележащие отделы головного мозга.

5. В чем заключается смысл исследования биоэлектрической активности головного мозга?

В принципе, и в клинике и в эксперименте может исследоваться биоэлектрическая активность любого отдела ЦНС. Однако в клинических условиях чаще исследуется суммарная биоэлектрическая активность мозга (преимущественно коры и ближайших подкорковых образований), так называемая электроэнцефалограмма (ЭЭГ). Подробное описание метода имеется в многочисленных специальных руководствах. Здесь же мы очень кратко коснемся основных особенностей этого метода.

Исследование проводят в специальной экранированной камере, в которую не проникают раздражители из внешней среды. На кожу головы пациента (на проекции различных долей коры больших полушарий) устанавливают отводящие (регистрирующие) электроды (обычно в количестве 8-12), с помощью которых записывают электроэнцефалограмму. Анализируется частота и амплитуда био-

электрической активности, и в зависимости от этого выделяют различные ритмы ЭЭГ (рис. 11).

Альфа (α)-ритм имеет частоту 8-13 Гц и амплитуду до 70 мкВ. Этот ритм называют синхронизированным, так как альфа-волны достаточно упорядочены и вызваны активностью неспецифических ядер таламуса (см. вопрос 31). У здорового бодрствующего человека альфа-ритм отмечается в состоянии полного покоя, при отсутствии каких либо раздражителей.

Бета (β)-ритм имеет частоту 14-30 Гц и амплитуду до 30 мкВ. В отличие от альфа-ритма, этот ритм характеризуется отсутствием синхронизованности волн ЭЭГ, и поэтому появление его обычно называют *десинхронизацией*. Бета-ритм появляется (сменяет альфа-ритм) при воздействии каких либо раздражителей (звук, свет, механическое раздражение и др.), а также в состоянии эмоционального возбуждения, то есть во всех тех ситуациях, когда происходит активация РФ ствола мозга. Таким образом, наличие или появление бета-ритма указывает на повышенный уровень функционального состояния головного мозга. Кроме того, β -ритм характерен для парадоксальной фазы сна, что позволяет инструментально изучать механизмы сна в клинике.

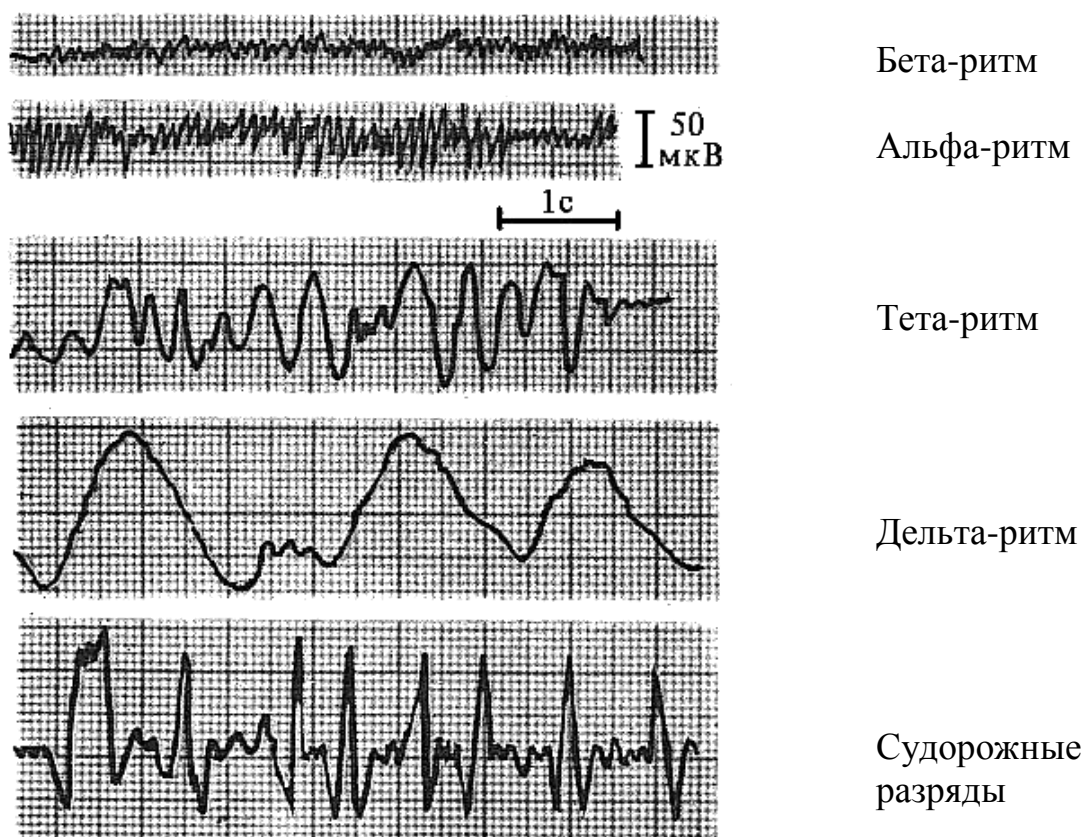


Рис. 11. Ритмы электроэнцефалограммы

Гамма (γ)-ритм, как и бета-ритм, имеет амплитуду не более 30 мкВ, но частота его превышает 30 Гц. Поэтому его иногда считают разновидностью бета-ритма, свидетельствующего о еще более высокой функциональной активности головного мозга.

Тета (θ)-ритм имеет частоту 4-7 Гц и амплитуду до 200 мкВ. Чаще наблюдается в состоянии сна, но может отмечаться и у бодрствующего человека в состоянии утомления.

Дельта (λ)-ритм имеет частоту 0,5-3,0 Гц и амплитуду 200-300 мкВ. Регистрируется во время ортодоксальной фазы сна. У бодрствующего человека появление дельта-ритма свидетельствует о снижении функциональной активности головного мозга.

Таким образом, исследуя ЭЭГ, можно составить представление о функциональном состоянии как головного мозга в целом, так и отдельных его долей.

6. В чем заключается смысл метода вызванных потенциалов?

Надо различать «вызванную ЭЭГ» и вызванные потенциалы.

Вызванная электроэнцефалография – это регистрация ЭЭГ при дозированных воздействиях на различные рецепторы. Она регистрируется с достаточно большой площади коры больших полушарий.

Вызванные потенциалы регистрируются с одного нейрона (или небольшой группы нейронов). Высокочувствительные датчики устанавливаются на различных участках коры, и затем наносится тестирующий стимул на любой исследуемый анализатор. При этом практически во всех отделах мозга будет регистрироваться более или менее выраженная ответная реакция, но только в одном месте (поле) она будет наиболее ярко выражена (рис.12). Это и будет вызванный потенциал, который имеет характерные для него характеристики по форме, амплитуде и продолжительности.

Метод вызванных потенциалов, таким образом, помогает оценить как функциональное состояние ЦНС, так и состояние анализатора, как структуры, отвечающей за анализ действующих на нас раздражителей.

7. В чем заключается сущность метода исследования кровотока в сосудах мозга?

Одной из особенностей кровообращения в головном мозгу является ограниченная возможность для его усиления при повышении функциональной активности ЦНС (головной мозг находится в полости черепа, а значит, объем мозга не может быть существенно увеличен за счет большего притока крови). В тесной связи с этой особенностью имеет место и другая – из поступающего в головной мозг объема крови большая часть его идет к наиболее интенсивно работающим в настоящий момент отделам. Другие отделы мозга, выполняющие меньшую функциональную нагрузку, получают значительно меньший объем крови. Таким образом, о функциональном состоянии головного мозга можно судить косвенно по изучению кровотока в различных областях мозга, то есть чем интенсивнее кровоток, тем выше уровень функционального состояния этой области головного мозга.

Одной из методик, применяющихся для оценки кровообращения мозга, является *реоэнцефалография*, то есть реография (оценка импеданса мозговой ткани в зависимости от интенсивности кровотока) сосудов мозга (см. «Физиология сердечно-сосудистой системы», выпуск 2).

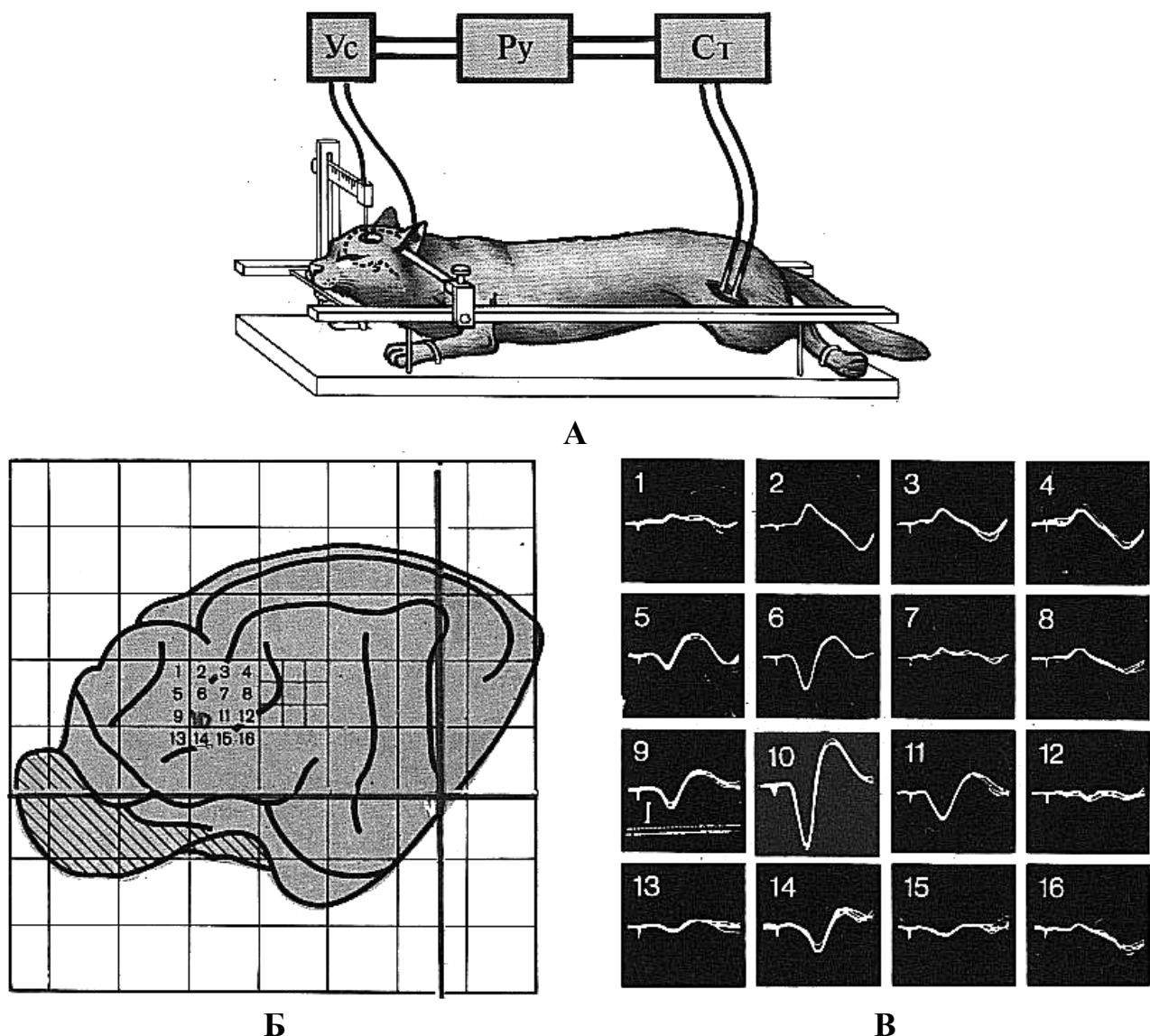


Рис. 12. Метод вызванных потенциалов

А - схема опыта; Б - карта коры головного мозга кошки с точками регистрации вызванных потенциалов (ВП); В - ВП в точках регистрации

8. В чем заключается сущность метода электромиографии?

Электромиография (ЭМГ) – это метод регистрации биоэлектрической активности скелетных мышц. Регистрацию ведут с электродов, располагающихся как на поверхности кожи, так и непосредственно в мышце. По биоэлектрической активности мышцы можно оценить не только ее функциональное состояние, но и состояние нервной системы (как периферической, так и центральной). Состояние ЦНС обычно оценивают, вызывая рефлекторное включение в работу той или иной группы мышц, раздражением строго определенных рецепторов или афферентных нервов. При этом регистрируется электромиограмма (например, исследование Н-рефлексов) и при повреждении структур ЦНС или изменении их функционального состояния характер ее существенно изменяется.

9. В чем заключается сущность метода биохимического исследования мозга?

Биохимическое исследование ткани мозга позволяет судить о многих сторонах работы головного мозга (интенсивность метаболизма, преобладание аэробных или анаэробных процессов, нарушение синтеза медиаторов или их предшественников и др.). Например, нарушение синтеза гомованилиновой кислоты характерно для старческого слабоумия, недостаток синтеза АХ характерен для депрессивных состояний, а дефицит дофамина имеет место при болезни Паркинсона.

10. Каково значение клинического наблюдения в оценке функционального состояния ЦНС?

Клиническое наблюдение крайне необходимый инструмент в работе врача. Оно позволяет оценить как общее состояние больного, так и состояние практически всех физиологических систем. Необходимо оно и для оценки состояния ЦНС. Например, дрожание конечностей (тремор) в покое характерно для поражения стриопаллидарной системы (паркинсонизм), а при реализации целенаправленных движений – для поражения мозжечка. Наличие гиперкинезов (насильственные непроизвольные движения в виде подергивания мышц) свидетельствует о повышенной активности бледного шара, а невозможность произвольной двигательной активности свидетельствует о наличии центрального или периферического пареза или паралича.

11. В чем заключается смысл клинико-патоморфологического сопоставления?

Сопоставление клинической картины болезни и состояния органов на аутопсии (вскрытие трупа) фактически подтверждает правильность постановки диагноза при жизни больного, а значит, правильность мышления врача. В свое время этот метод позволил открыть многие функции различных отделов головного мозга. Например, у человека, ослепшего в результате травмы головы, при последующем его вскрытии находят серьезные структурные изменения в затылочной доле коры больших полушарий. Если в аналогичной ситуации человек потерял слух, то изменения отмечаются в области верхней височной извилины и др. Понятно, что этот метод не потерял своего практического значения до настоящего времени.

Заключение

Мы предложили Вам достаточно ограниченный круг вопросов и ответов, которые, на наш взгляд, помогут лучше разобраться в разделе «Физиология ЦНС». Понятно, что данный раздел трудно усвоить без знания базовых вопросов физиологии возбудимых тканей. В свою очередь, без знания физиологии ЦНС трудно понять некоторые нюансы работы различных физиологических систем, так как в любую физиологическую систему в той или иной степени входит ЦНС, как один из элементов аппарата регуляции этой системы.

Без знания физиологии ЦНС невозможно изучать и раздел «Физиология высшей нервной деятельности», для понимания которого нужно знать все основные принципы работы мозга и который является одним из заключительных разделов курса нормальной физиологии.

Булыгин Алексей Николаевич
Колодина Ирина Геннадьевна
Назаров Сергей Борисович

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ
В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ
ОБЗОР ФУНКЦИЙ

Учебно-методические разработки
для иностранных студентов

Лицензия № 00637 от 05.01.2000 г.

Подписано в печать Формат издания 60 x 84 1/16
Печать плоская. Уч.-изд. л. 2,3. Тираж 350 экз. Заказ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановская государственная медицинская академия»
Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию

Отпечатано в ООО «ПолиПринт»
Россия, 153032, г. Иваново, ул. Станкостроителей, 12, офис 23.
тел.: 8-902-241-88-08, (0932) 45-38-71, факс: (0932) 29-48-35